

Journées Recherche et Industrie biogaz méthanisation

16-17-18 octobre 2013

Palais des Archevêques de Narbonne

De la réduction des émissions de gaz à effet de serre aux impacts environnementaux globaux : avantages et inconvénients de la méthanisation et problématiques méthodologiques d'évaluation



Fabrice Béline
Iristea GERE Rennes

Introduction et contexte

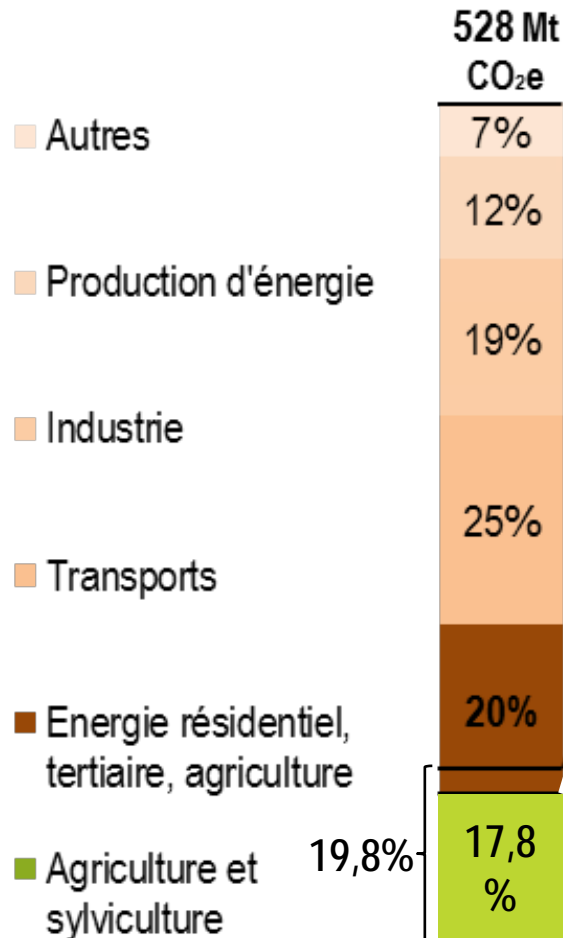
- **Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de la méthanisation (/dix actions techniques), *Pierre Dupraz, Sylvain Pellerin et Laure Bamière***
- **Evaluation environnementale de la méthanisation territoriale d'effluents d'élevage et de déchets d'industrie agroalimentaire, *Lynda Aissani et Audrey Collet***
- **Les effets et conséquences de la méthanisation sur la matière organique et l'azote des lisiers de porc, *P. Quideau, T. Morvan, F. Guiziou, M. L. Daumer, A.M. Pourcher***

Introduction et contexte

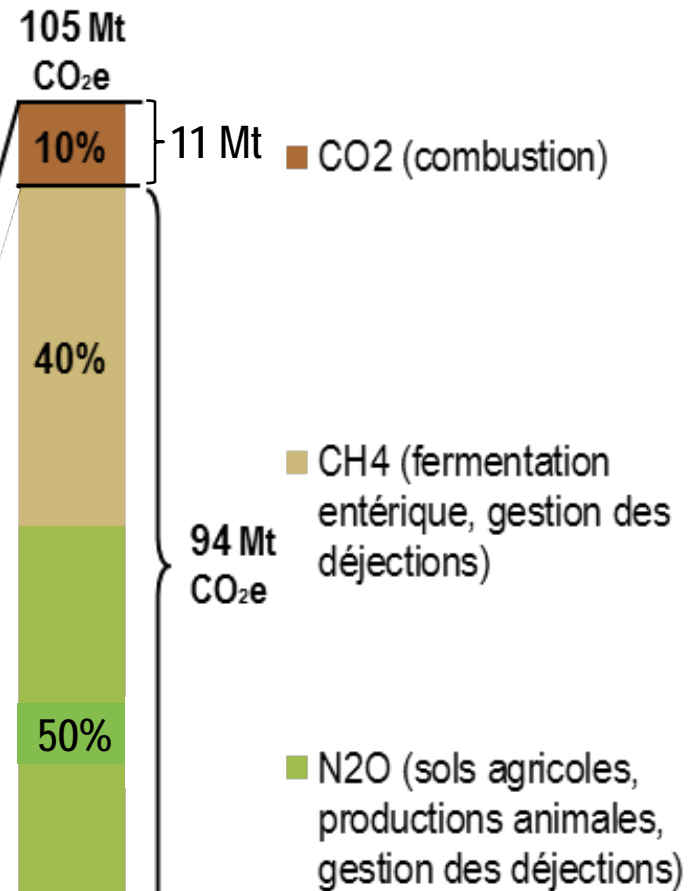
- **Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de la méthanisation (/dix actions techniques), *Pierre Dupraz, Sylvain Pellerin et Laure Bamière***
- **Evaluation environnementale de la méthanisation territoriale d'effluents d'élevage et de déchets d'industrie agroalimentaire, *Lynda Aissani et Audrey Collet***
- **Les effets et conséquences de la méthanisation sur la matière organique et l'azote des lisiers de porc, *P. Quideau, T. Morvan, F. Guiziou, M. L. Daumer, A.M. Pourcher***

Contexte de l'étude

Part des secteurs dans l'inventaire



Part des gaz dans les émissions agricoles



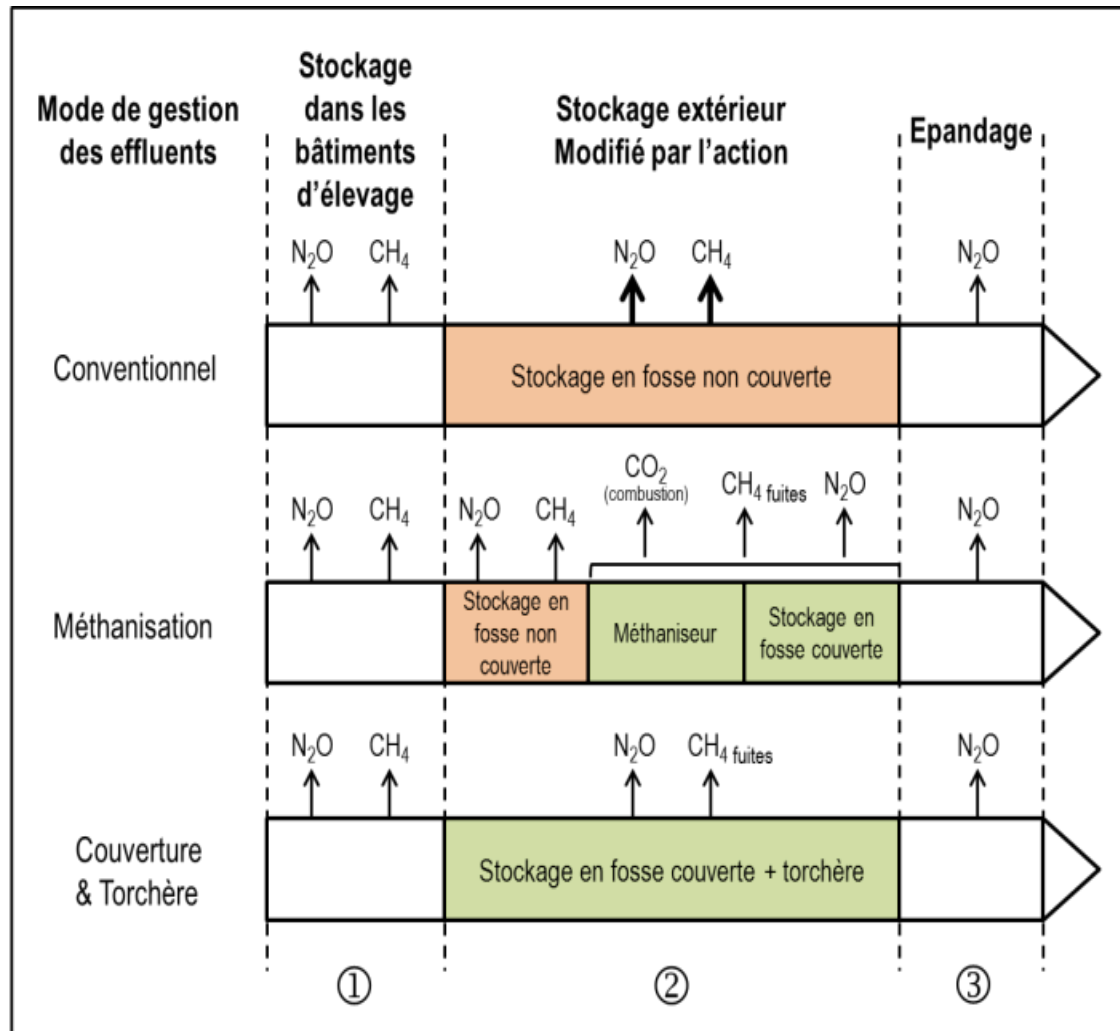
JRI Biogaz méthanisation de Narbonne
16-18 octobre 2013

D'après CITEPA, 2012

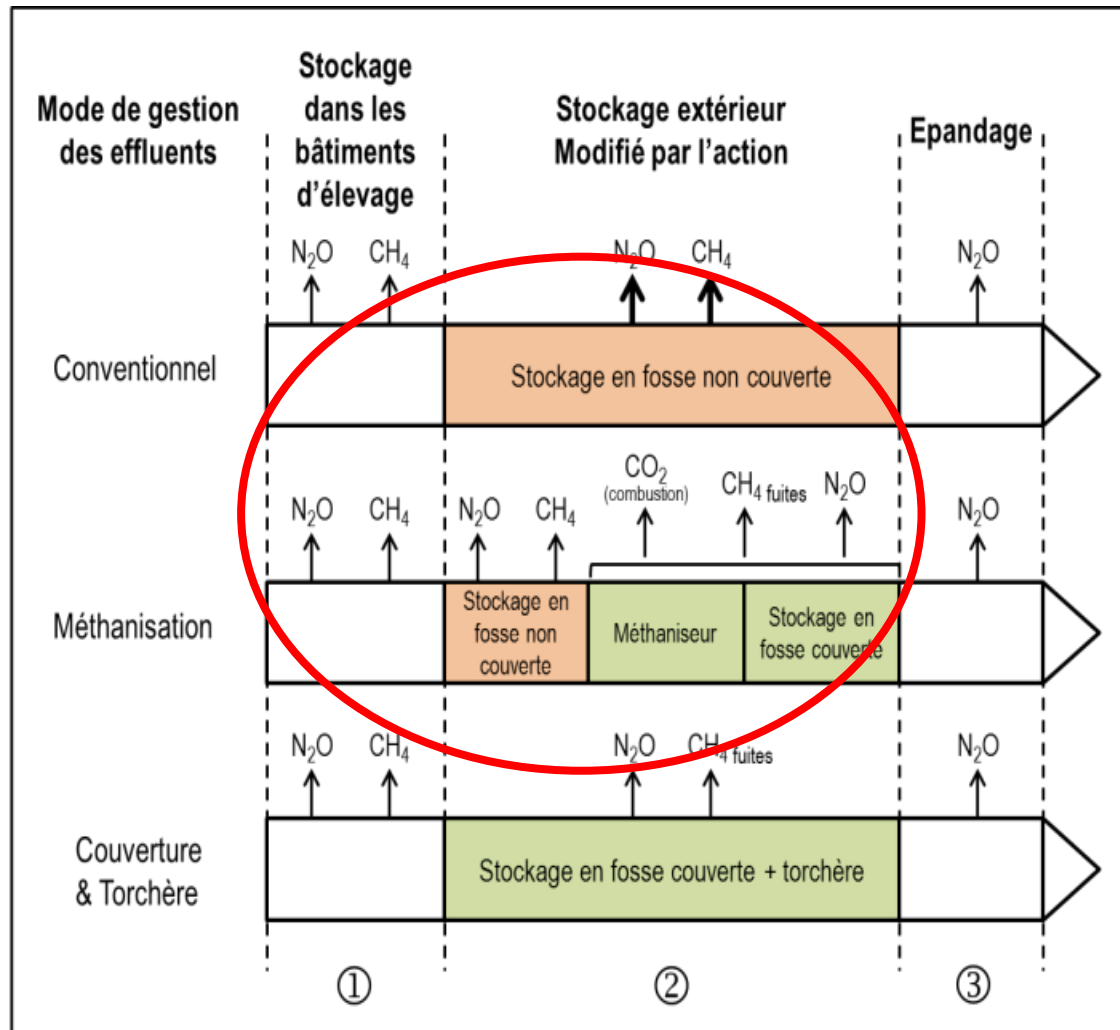
Commande ADEME-MAAF-MEDDE

- Identifier 10 actions permettant de réduire les émissions de GES du secteur agricole:
 - portant sur des pratiques agricoles, relevant d'un choix de l'agriculteur,
 - avec atténuation attendue sur le périmètre de l'exploitation
 - sans remise en cause des systèmes de production, de leur localisation géographique, des niveaux de production (seuil toléré -10%)
- En chiffrer le potentiel d'atténuation et le coût, à l'échelle du territoire métropolitain, à l'horizon 2030
- Forêt, cultures énergétiques hors périmètre
- Les actions proposées doivent pouvoir faire l'objet de mesures incitatives dans le cadre de politiques publiques (mais l'identification des mesures incitatives appropriées ne fait pas partie du périmètre de l'étude)

Action « méthanisation » : contexte



Action « méthanisation » : contexte



Méthode de calcul CH₄

$$FE = SV \bullet 365 \text{ jours/an} \bullet 0,67 \bullet B0 \bullet FCM$$

avec

- FE: Emission pour le cheptel (kgCH₄/an),
- SV : Solides volatils excrétés (kg/jour),
- B0 : Capacité de production maximale de CH₄ (m³/kg de SV),
- FCM : Facteur de Conversion en Méthane (%) pour le système et le climat,

Les paramètres Bo, SV et FCM utilisés correspondent aux valeurs par défaut fournies par le GIEC.

Méthode de calcul CH₄

$$FE = SV \bullet 365 \text{ jours/an} \bullet 0,67 \bullet B0 \bullet \text{FCM}$$

avec

- FE: Emission pour le cheptel (kgCH₄/an),
- SV : Solides volatils excrétés (kg/jour),
- B0 : Capacité de production maximale de CH₄ (m³/kg de SV),
- FCM : Facteur de Conversion en Méthane (%) pour le système et le climat,

Les paramètres Bo, SV et FCM utilisés correspondent aux valeurs par défaut fournies par le GIEC.

Méthode de calcul N₂O

$$FE = F_{ex} \bullet F_v$$

Avec

FE : Emission pour le cheptel,

F_{ex} : Facteurs d'Excrétion azotée pour le cheptel,

F_v : Facteurs de Volatilisation sous forme de N₂O pour le système,

Les facteurs d'excrétion azotés (F_{ex}) sont basés sur des travaux nationaux

Méthode de calcul N₂O

$$FE = F_{ex} \cdot F_v$$

Avec

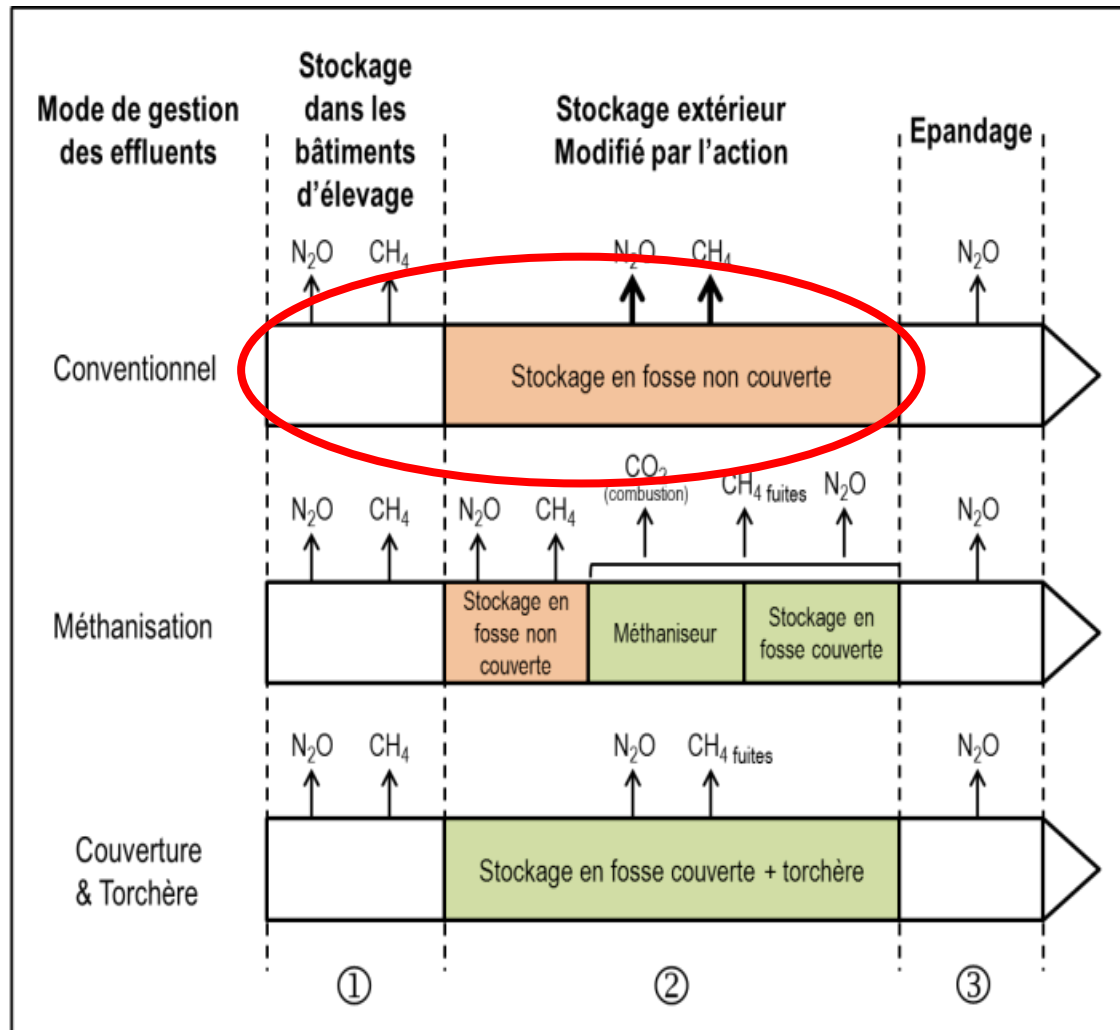
FE : Emission pour le cheptel,

F_{ex} : Facteurs d'Excrétion azotée pour le cheptel,

F_v : Facteurs de Volatilisation sous forme de N₂O pour le système,

Les facteurs d'excrétion azotés (F_{ex}) sont basés sur des travaux nationaux

Mode de gestion « conventionnel »

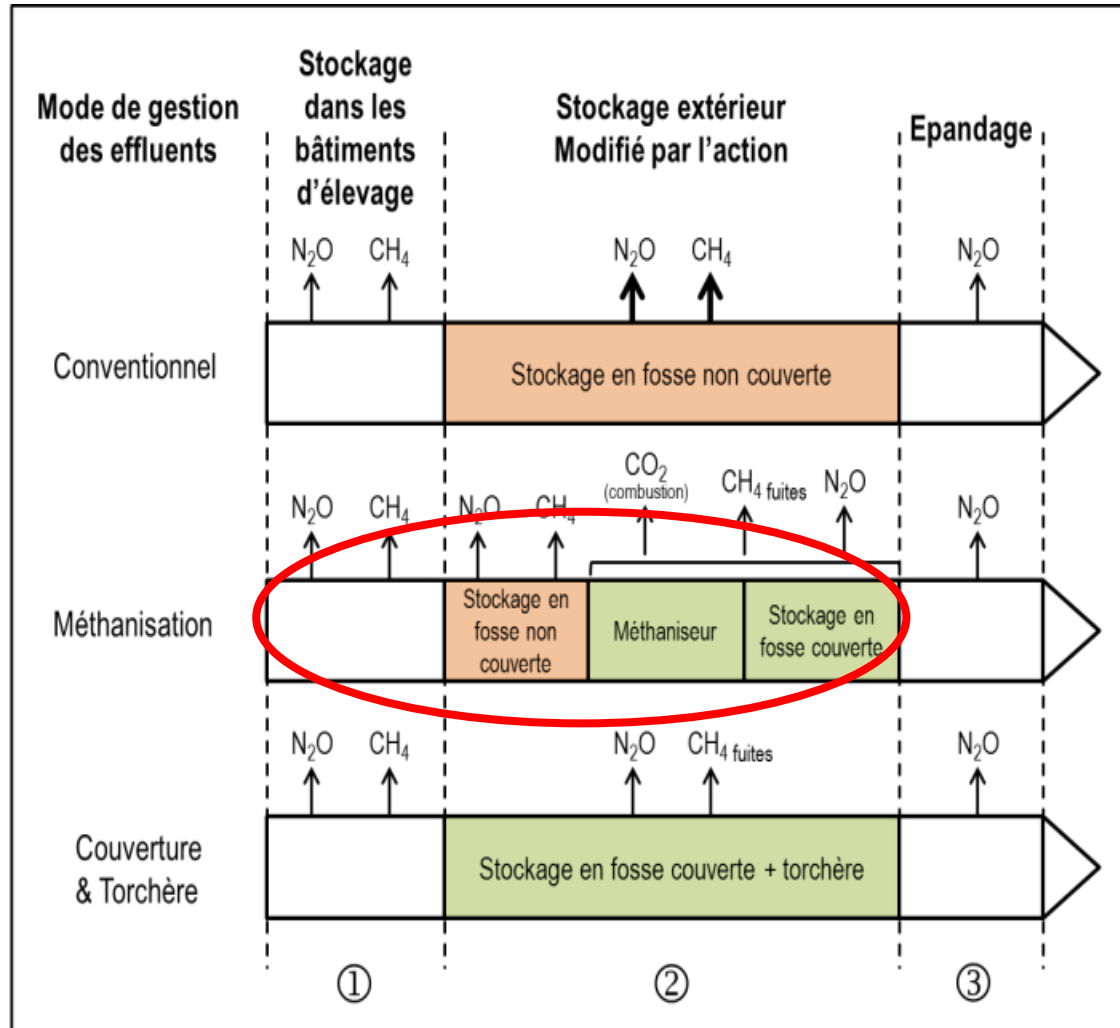


Mode de gestion « conventionnel »

	Conditions anaérobies (lisier, digestats)	Conditions aérobie/anaérobies (fumier, pâturage)
Facteur de Conversion en Méthane (% CH ₄ émis dans l'atmosphère)	45%	1,5%
Facteur de Volatilisation (% N volatilisé en N ₂ O)	0,1%	2%

- Pas de distinction entre le stockage en bâtiment et extérieur (valeur agrégée)
- Très faibles émissions de CH₄ des fumiers

Mode de gestion « Méthanisation »

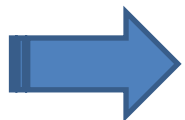


Mode de gestion « Méthanisation »

- Désagréger les émissions entre le stockage en bâtiment et extérieur (hypothèses discutables + analyse de sensibilité)
- Emissions proportionnelles à la durée de stockage pour le stockage en bâtiment et extérieur amont
- Fuites du système de méthanisation (1,5%)

Bovins : FCM = 6,9% du B0 ; Fv = 0,1%

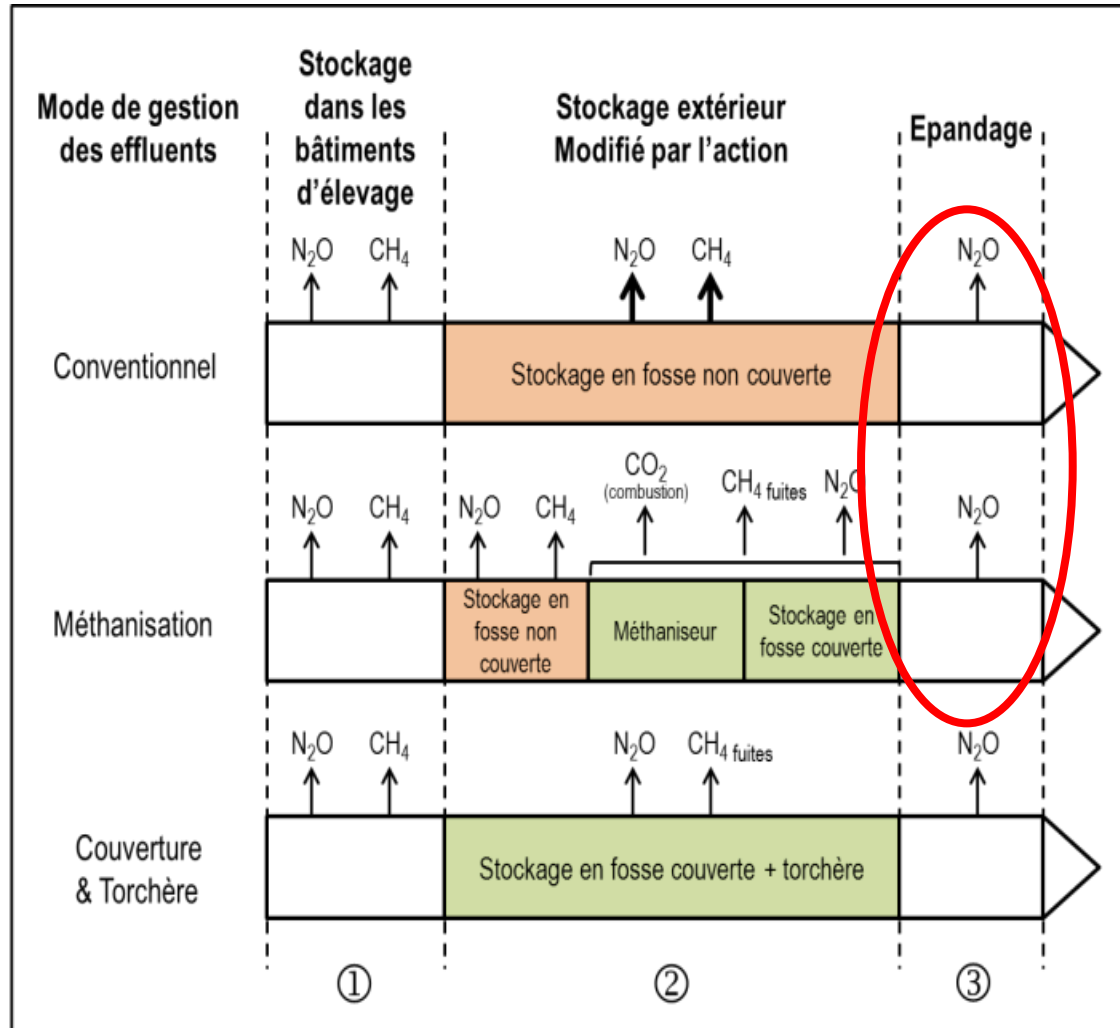
Porcs : FCM = 5,8% du B0 ; Fv = 0,1%



Pour les lisiers, FCM passe de 45% à 5,8-6,9% et Fv identique

Pour les fumiers, FCM passe de 1,5% à 5,8-6,9% et Fv de 2% à 0,1%

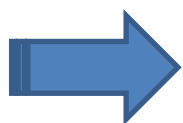
Action « méthanisation » : contexte



N₂O suite à l'épandage

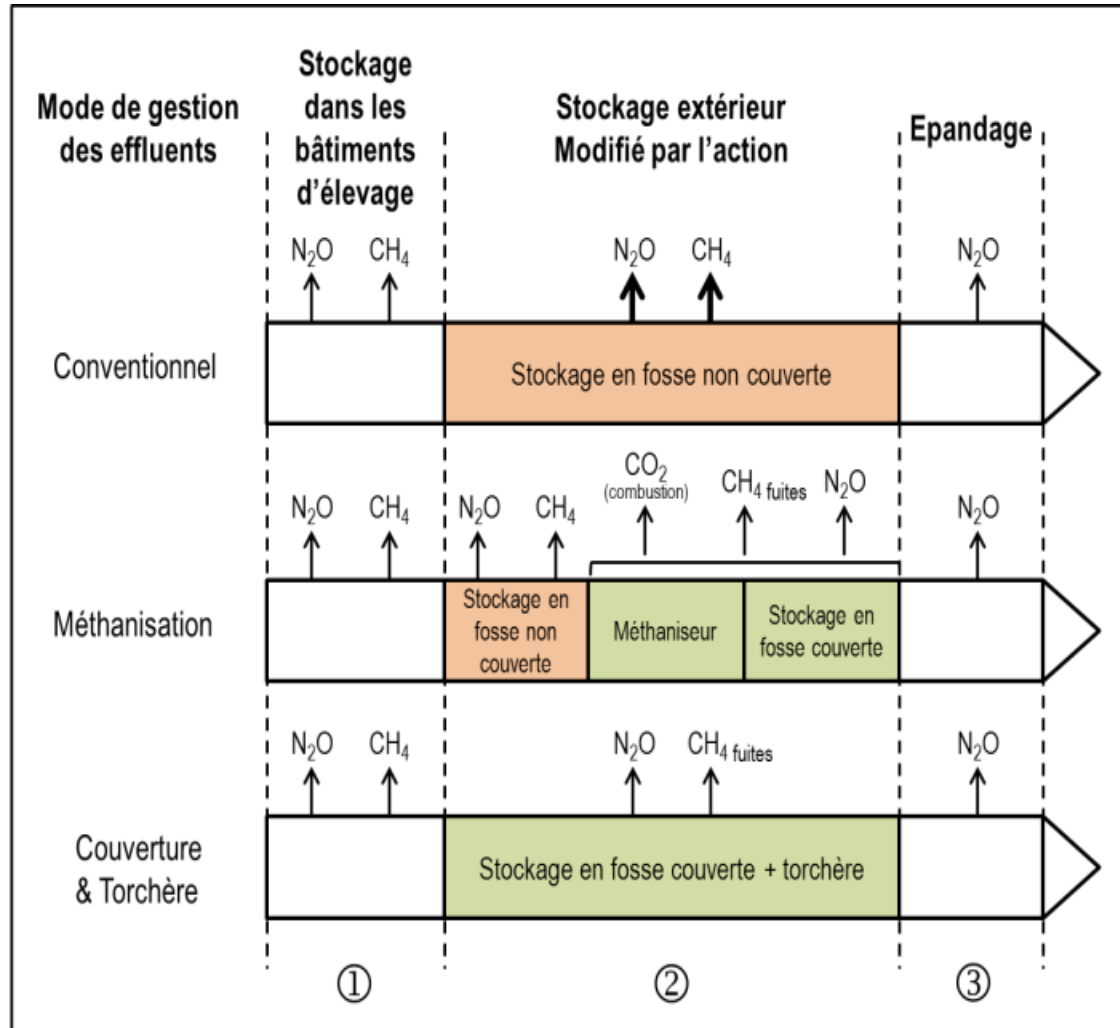
Méthanisation/conventionnelle »

- Nombre limité d'articles scientifiques
- Variabilité importante des émissions
- Quelques auteurs ont mesuré des émissions plus faibles lorsque le lisier est méthanisé en comparaison avec un lisier géré conventionnellement, de -20 à -50% (Amon et al., 2006 ; Petersen, 1999 ; Chantigny et al., 2007), mais pas toujours statistiquement significatif.
- D'autres auteurs n'observent pas de différences entre ces 2 modes de gestion (Pain et al., 1990 ; Rubaek et al., 1996 ; Velthof et al., 2003 ; Clemens et al., 2006 ; Vallejo et al., 2006 ; Thomsen et al., 2009).



A ce stade, il ne semble donc pas possible, à partir des données existantes, d'attribuer un impact à la méthanisation sur ces émissions de N₂O suite à l'épandage

Action « méthanisation » : contexte



+
substitution
« énergie »

Substitution « énergie »

- Pour l'électricité, taux de valorisation de 32% de l'énergie primaire
- Substitution aux émissions moyennes de CO₂ du système électrique français calculé par EDF (78 gCO₂/kWh)
- Pour la chaleur, de manière "arbitraire", taux de valorisation de 15% de l'énergie primaire
- Substitution à une énergie fossile de type fuel/gaz naturel, ce qui correspond à une substitution de 245 gCO₂ par kWh.

Résultats : potentiel d'atténuation

- Hypothèse de développement de la méthanisation à échéance 2030, sans contraintes économiques (33% du cheptel bovins+porcins)

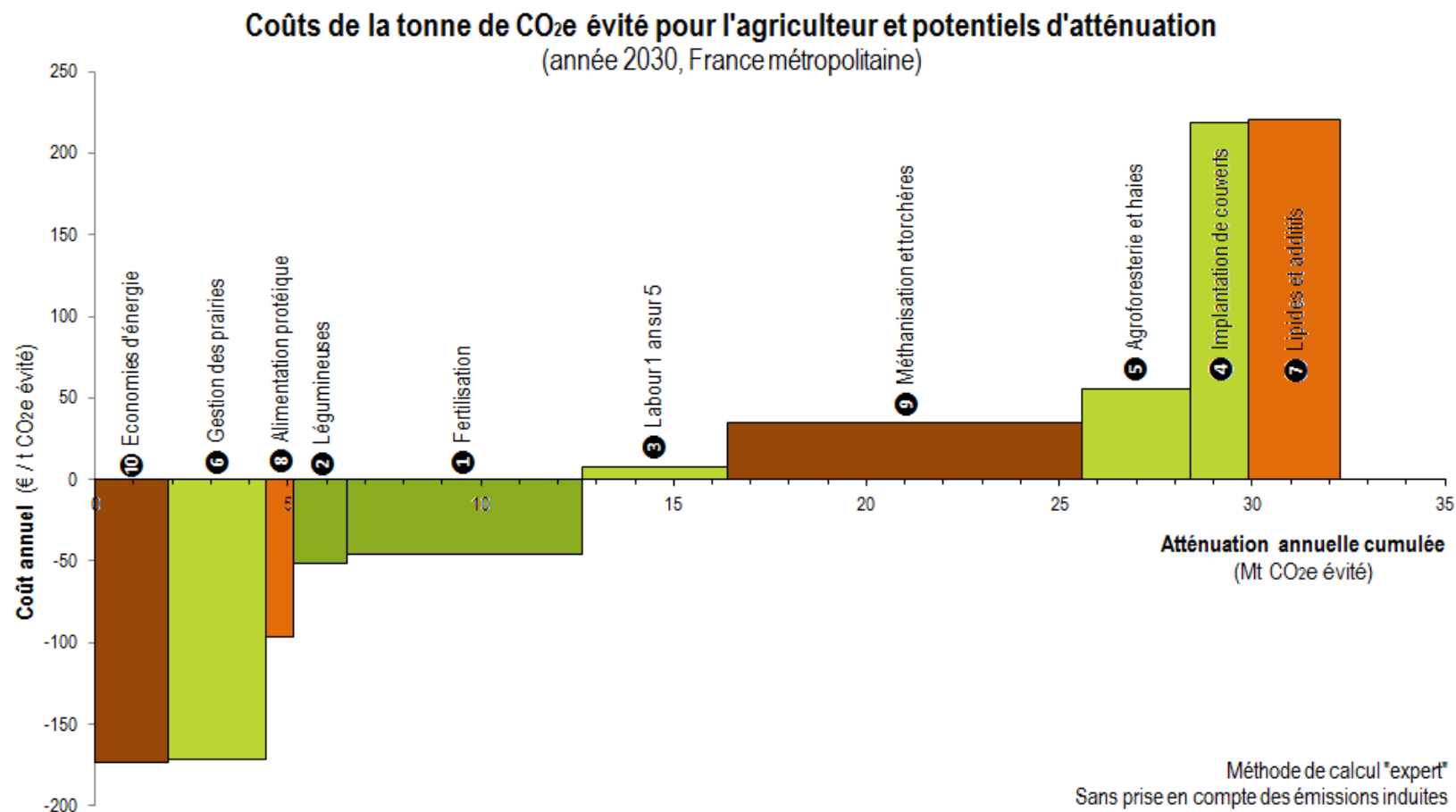
Emissions	Directes			Induites	Totales
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄ + N ₂ O		
Bovins	3,3	0,6	3,9	0,36	4,3
Porcs	1,9	0,0	1,9	0,14	2,0
Total	5,2	0,6	5,8	0,5	6,3

Résultats d'atténuation des émissions de GES par la méthanisation en 2030 (MtCO₂e/an).

	Directes	Directes + induites
Méthanisation	3.8 – 6.9	4.1-7.5

Fourchette d'atténuation (MtCO₂e/an).

Coût et atténuation comparés des actions

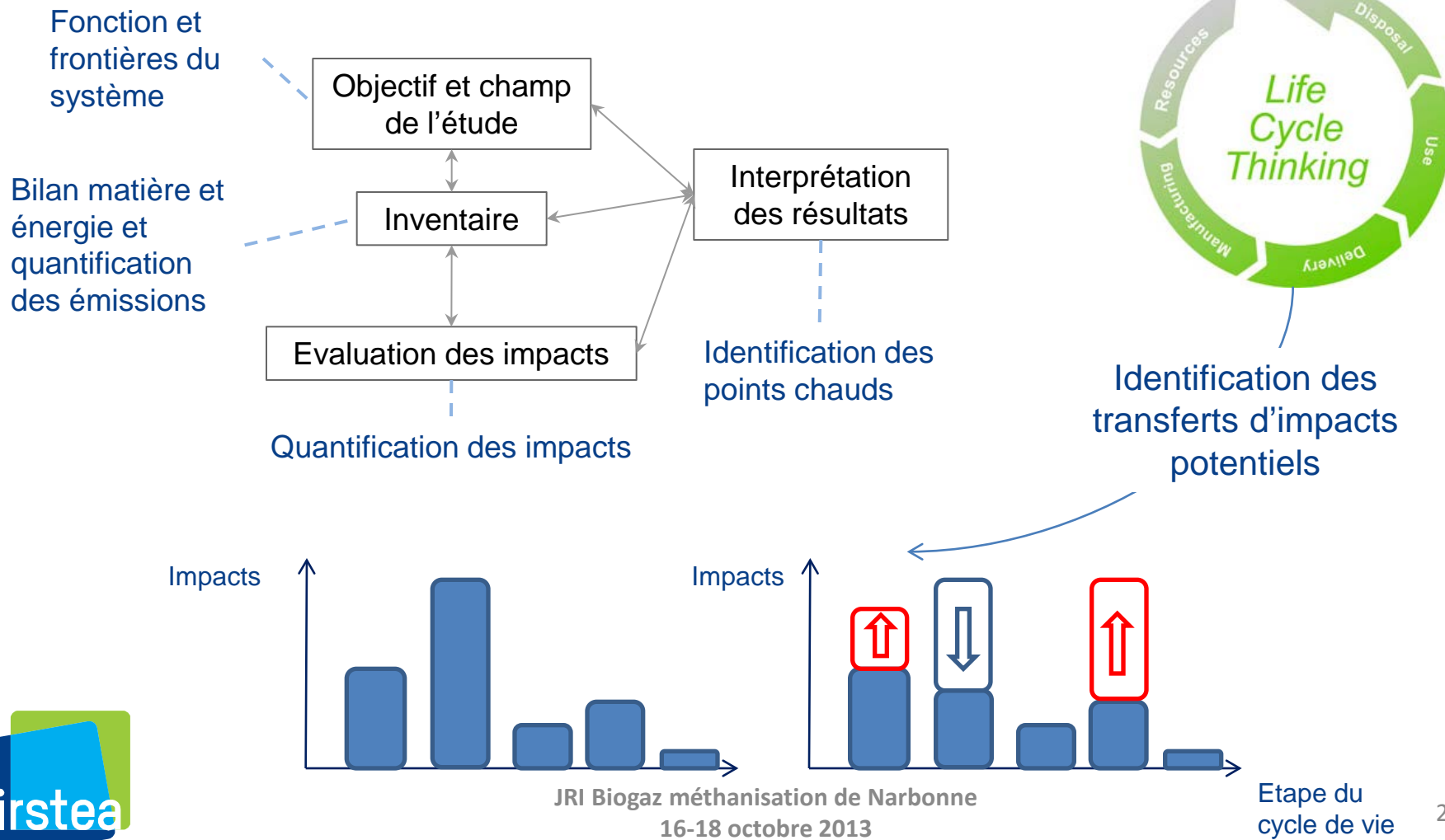


Et les autres impacts environnementaux

- Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de la méthanisation (/dix actions techniques), *Pierre Dupraz, Sylvain Pellerin et Laure Bamière*
- **Evaluation environnementale de la méthanisation territoriale d'effluents d'élevage et de déchets d'industrie agroalimentaire**, *Lynda Aissani et Audrey Collet*
- **Les effets et conséquences de la méthanisation sur la matière organique et l'azote des lisiers de porc**, *P. Quideau, T. Morvan, F. Guiziou, M. L. Daumer, A.M. Pourcher*

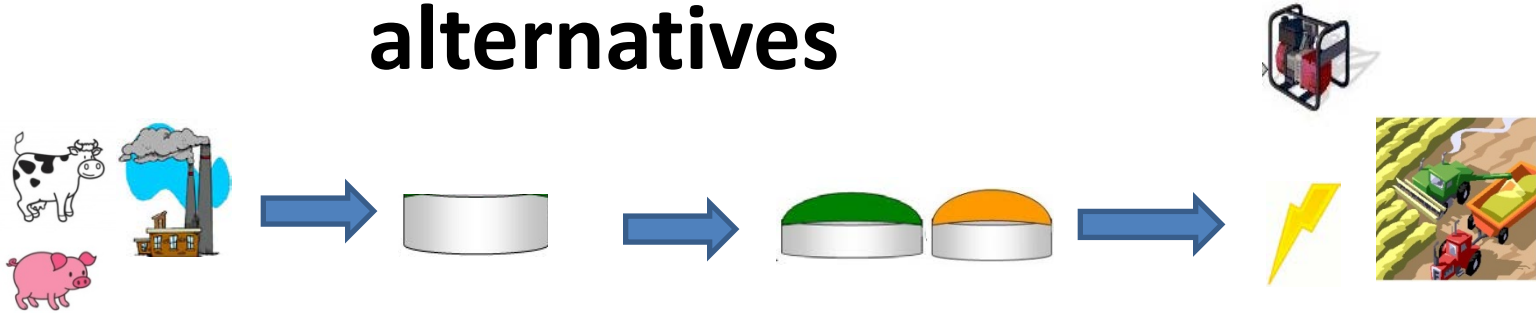
L'Analyse du Cycle de Vie : un outil d'évaluation environnementale

Outil standardisé : ISO 14040 et 14044, ILCD Handbook

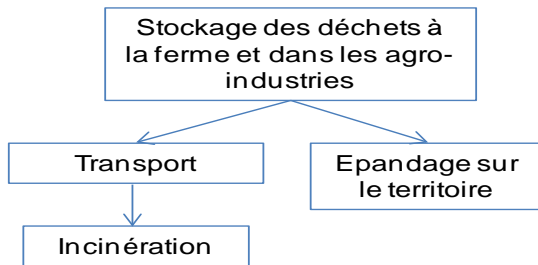


Un scénario de référence et deux alternatives

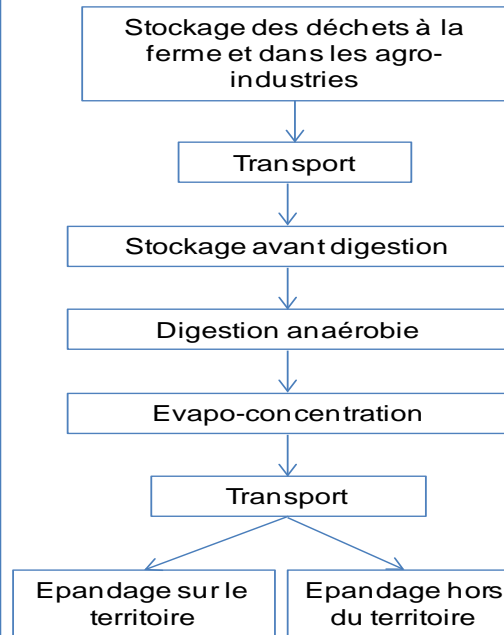
Gate to cradle:



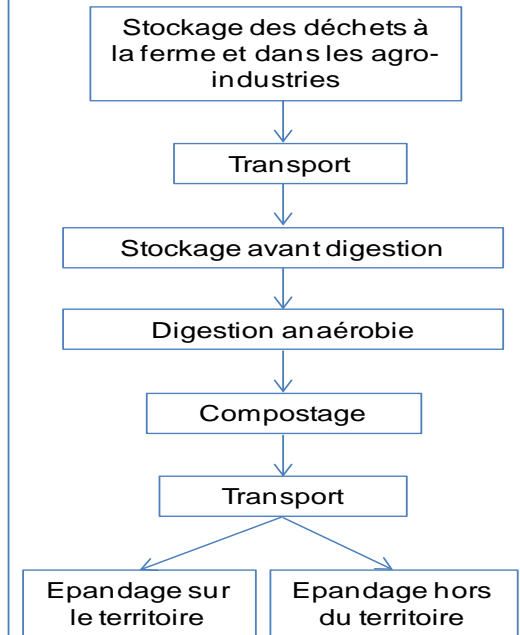
Scénario de référence



Scénario bassin versant (BV)



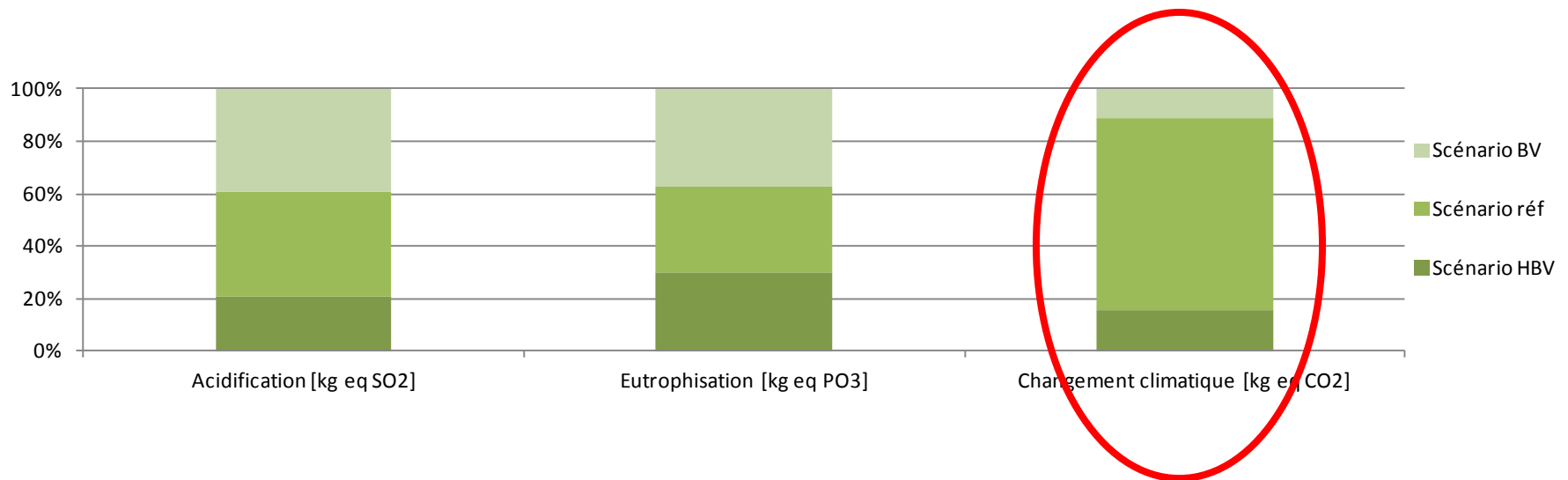
Scénario hors bassin versant (HBV)



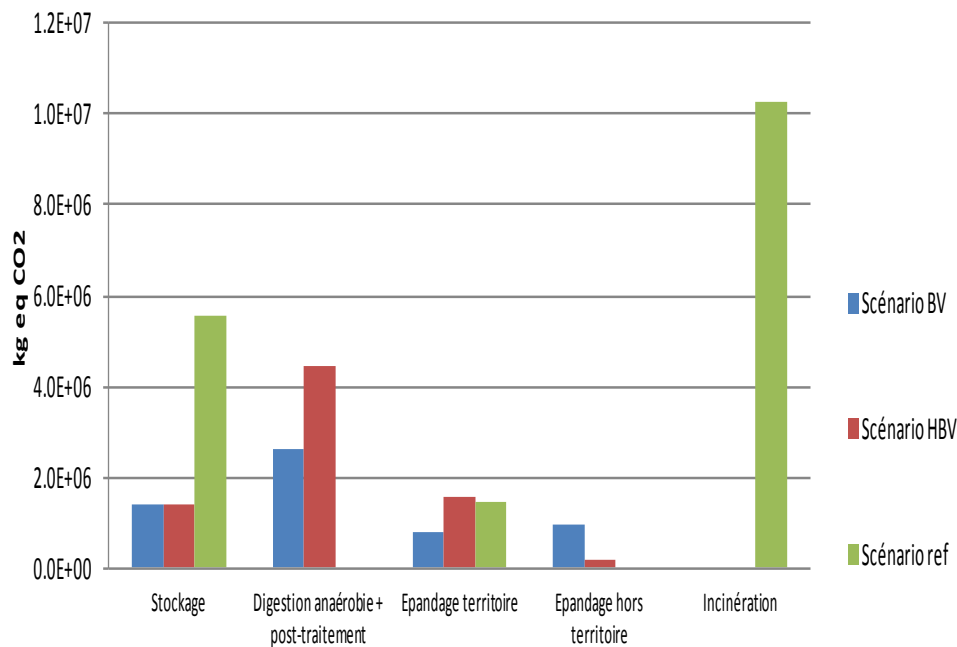
Modélisation des scénarios : les grandes lignes...

- Unité fonctionnelle = la gestion de la production annuelle d'effluents d'élevage (porcins et bovins) et de déchets d'agroindustries produits dans le bassin versant et dans un rayon de 3 km au-delà (24 375 t de déchets d'IAA, 8 046 t de fumiers bovins, 47 016 t de lisiers bovins et 9 652 t de lisiers de porcs)
- Objectif de l'étude : identifier les performances de la digestion anaérobie couplée à des alternatives de post-traitements dans un objectif de valorisation énergétique et matière en prenant en compte *a minima* certaines contraintes territoriales (réglementation, disponibilité du gisement des déchets organiques...)
- Utilisation des outils SIG pour modéliser précisément ces contraintes : les gisements de déchets, les distances de transport et la localisation de l'unité de méthanisation (Bioteau et al., 2012)
- Sources des données : bibliographie, campagne de mesures et dires d'experts

Impact « changement climatique »

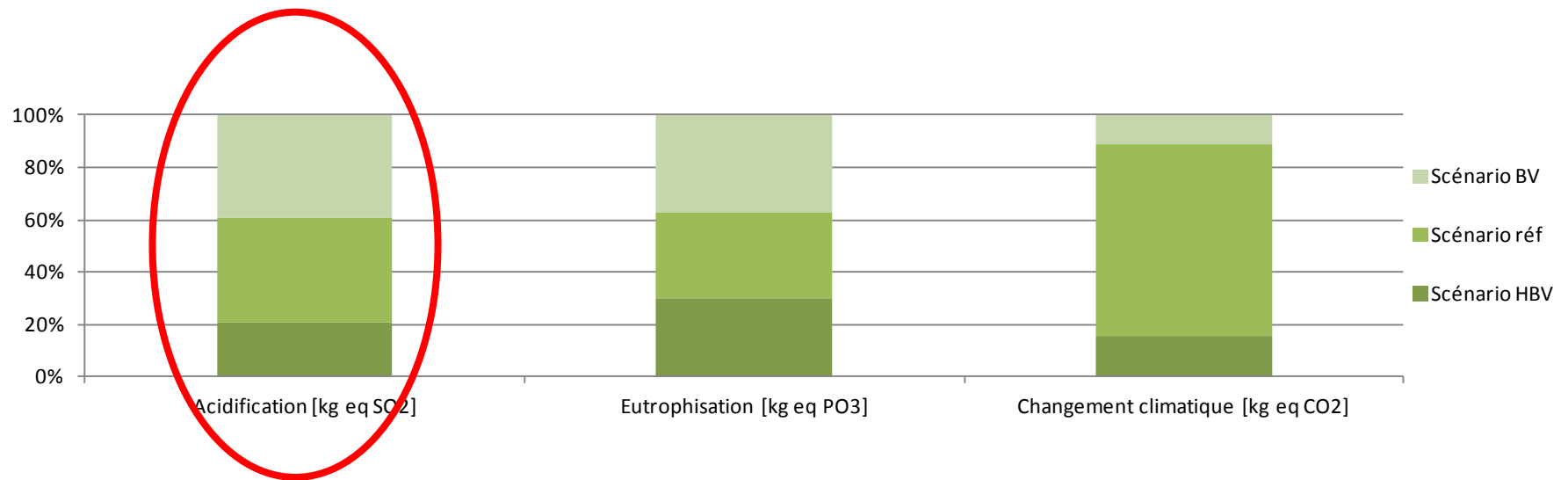


Impact « changement climatique »

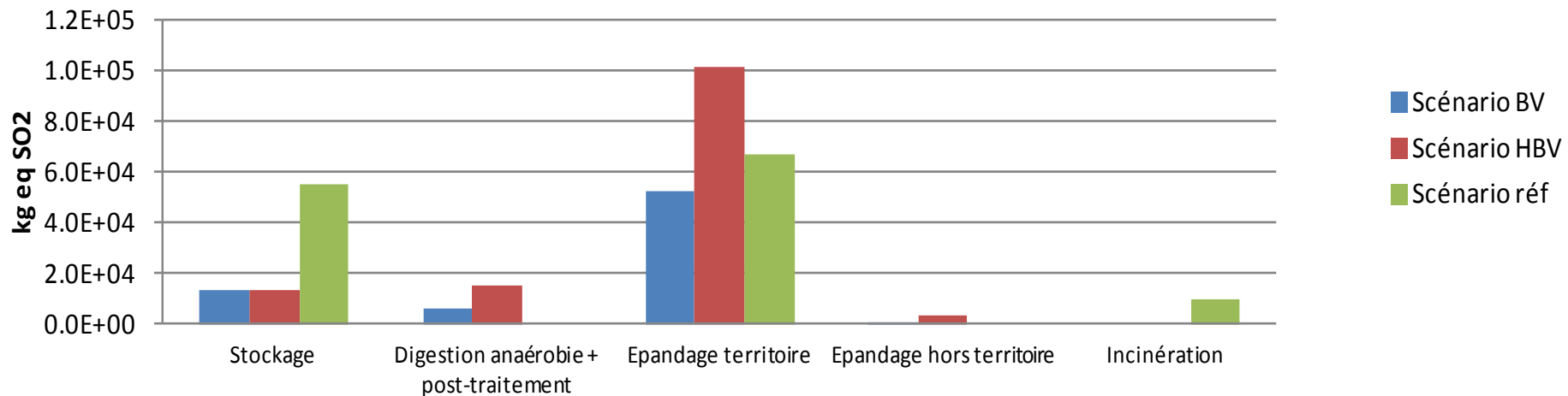


- Baisse des émissions au stockage du fait d'une gestion améliorée (diminution du temps de stockage)
- Contribution importante de l'étape de digestion anaérobie avec les fuites de méthane
- Contribution importante de l'étape de compostage avec les émissions de N_2O

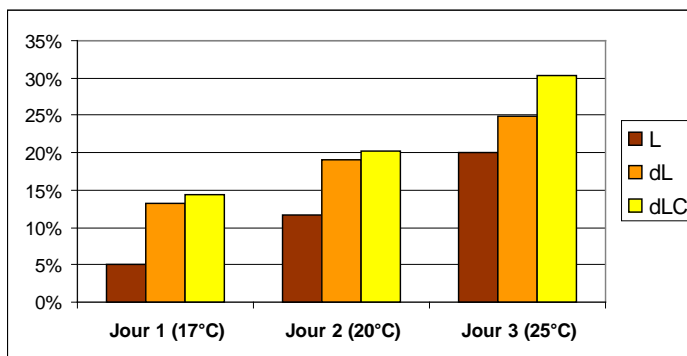
Impact « Acidification »



Impact « Acidification »

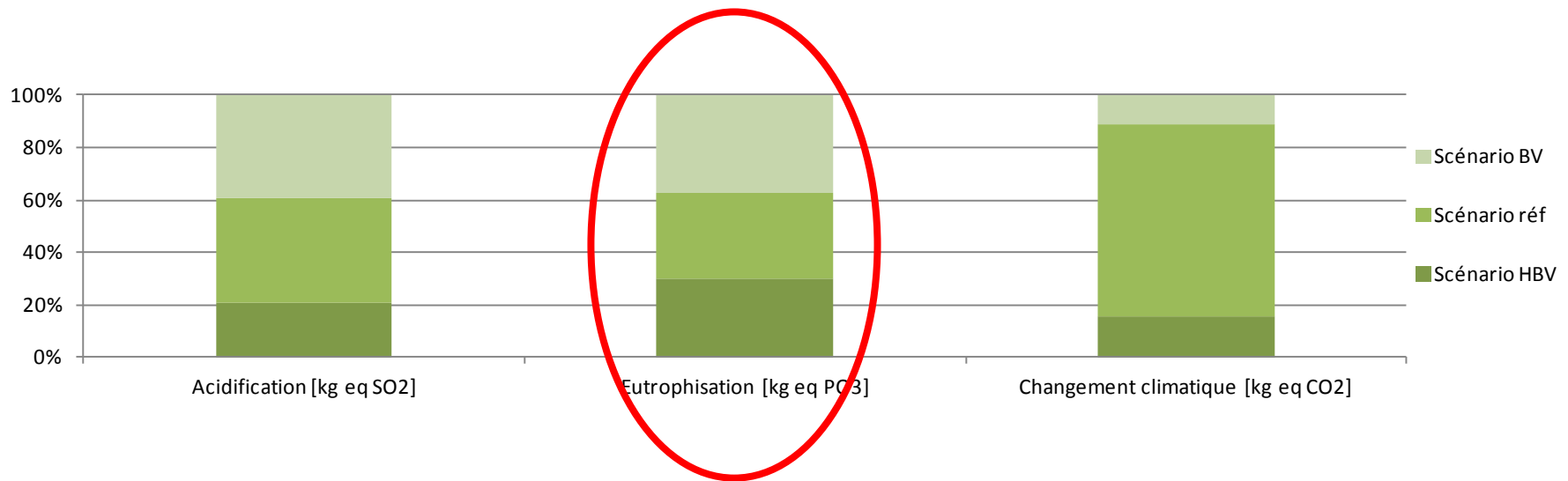


- Baisse des émissions au stockage du fait d'une gestion améliorée (diminution du temps de stockage)
- Contribution prépondérante de l'étape d'épandage du digestat post-traité avec les émissions d'ammoniac



Fraction d'azote ammoniacal volatilisée suite à l'épandage en surface du sol (test « Wind Tunnel »)

Impact « Eutrophisation »



- Difficulté méthodologique = impact potentiel
- Impact “indirect” des émissions d’ammoniac

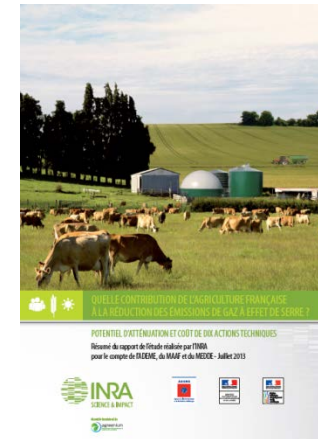
Conclusions

- La méthanisation, un procédé pour produire de l'ENR
- **MAIS AUSSI** un procédé pour réduire les émissions de GES (Effluents d'élevage)
- Potentiel d'atténuation élevé même si les incertitudes restent importantes
- Les impacts environnementaux d'un projet restent très dépendant du scénario et de la réalité « terrain »:
 - Impact des cosubstrats
 - (++) si la filière de référence est très impactante
 - (--) si la filière de référence n'émet pas de CH₄
 - Importance des émissions de NH₃: acidification *et eutrophisation*
 - Améliorer la méthodologie pour l'impact « eutrophisation »
 - Mieux prendre en compte le retour au sol (Carbone)

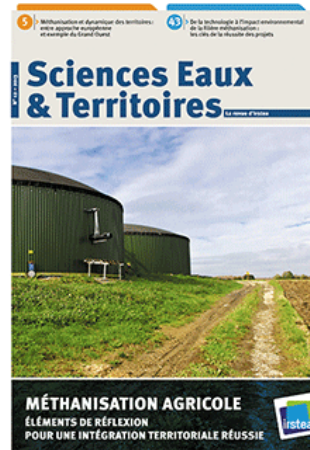
Pour aller plus loin ...



<http://www.coopdefrance.coop>



<http://institut.inra.fr/>



<http://www.set-revue.fr>

Journées Recherche et Industrie biogaz méthanisation

16-17-18 octobre 2013

Palais des Archevêques de Narbonne